

术前衰弱对胸外科老年患者术后慢性疼痛的预测价值

孟振昂, 陈丽莉, 樊金燕, 张传武, 王光磊*

(徐州医科大学附属医院麻醉科, 江苏 徐州 221000)

[摘要] 目的 评价术前衰弱对胸外科老年患者术后慢性疼痛(chronic postsurgical pain, CPSP)的预测价值。方法 择期全麻下行胸科手术患者 318 例, 年龄 ≥ 65 岁, 性别不限, 美国麻醉医师协会(American society of anesthesiologists, ASA)分级 II~IV 级。术前 1 d 采用衰弱筛查量表(Fatigue, Resistance, Ambulation, Illness, Loss of weight, FRAIL)评估衰弱情况。术后 24 h 及 48 h 使用数字评分量表(numerical rating scale, NRS)记录患者静息与运动时疼痛评分, 并于术后 3 个月电话随访, 记录患者疼痛评分, NRS 评分 >0 即为发生术后慢性疼痛。根据术后 3 个月是否发生术后慢性疼痛, 将患者分为 CPSP 组和非 CPSP 组。采用多因素 Logistics 回归分析筛选胸科手术老年患者术后慢性疼痛的独立危险因素, 通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析术前衰弱对术后慢性疼痛的预测价值。结果 最终纳入 273 例患者, 术前衰弱 64 例, 发生率为 23.4%; 术后慢性疼痛患者 75 例, 发生率为 27.5%。单因素 Logistic 回归分析结果显示, 2 组患者在性别、年龄、ASA 分级、糖尿病、胸腔引流时间、术后 48 h 平均静息 NRS 评分、切口个数及衰弱评分上差异有统计学意义。多因素 Logistics 回归分析结果显示: 女性(OR 值 2.545, 95% CI: 1.365~4.746, $P=0.003$)、术前衰弱(OR 值 3.227, 95% CI: 2.146~4.853, $P<0.001$)、胸腔引流时间(OR 值 1.250, 95% CI: 1.079~1.449, $P=0.003$)和术后 48 h 平均静息 NRS 评分(OR 值 1.457, 95% CI: 1.081~1.963, $P=0.014$)是接受胸科手术的老年患者发生术后慢性疼痛的影响因素。术前衰弱预测 CPSP 的曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.705, 95% CI: 0.634~0.776, 敏感度为 0.493, 特异度为 0.843。结论 女性、术前衰弱、胸腔引流时间延长和术后 48 h 平均静息 NRS 评分升高是胸科手术老年患者 CPSP 的独立危险因素, 常规行术前衰弱筛查可以一定程度上预测 CPSP 的发生。

[关键词] 衰弱; 疼痛; 手术后; 老年人 doi: 10.3969/j.issn.1007-3205.2025.02.012

[中图分类号] R619.9 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)02-0195-07

Predictive value of preoperative frailty for chronic post-surgical pain in elderly patients in department of thoracic surgery

MENG Zhen-ang, CHEN Li-li, FAN Jin-yan, ZHANG Chuan-wu, WANG Guang-lei*

(Department of Anesthesiology, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University,
Jiangsu Province, Xuzhou 221000, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the predictive value of preoperative frailty for chronic post-surgical pain (CPSP) in elderly patients in department of thoracic surgery. **Methods** In total, 318 patients underwent elective thoracic surgery under general anesthesia, who were aged 65 years or older, with American society of anesthesiologists (ASA) II-IV and regardless of gender. Frailty was assessed using FRAIL Scale at 1 d before surgery. At 24 h and 48 h after surgery, the numerical rating scale (NRS) was used to record patient pain scores at rest and on movement, and telephone follow-up was performed at 3 months after surgery, to record the patient's pain scores. NRS score >0 represented the occurrence of CPSP. Patients were divided

[收稿日期] 2024-03-21

[基金项目] 江苏省自然科学基金(BK20220474)

[作者简介] 孟振昂(1997-), 男, 江苏徐州人, 徐州医科大学附属医院医学硕士研究生, 从事临床麻醉研究。

* 通信作者。E-mail: 13852087156@163.com

into CPSP and non-CPSP groups based on whether CPSP occurred at 3 months after surgery. Multivariate Logistics regression analysis was used to screen risk factors for CPSP in elderly patients undergoing thoracic surgery and receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of preoperative frailty on CPSP. **Results** Of 273 patients enrolled, 64 patients had preoperative frailty, with an incidence of 23.4%, and 75 patients developed CPSP, with an incidence of 27.5%. Univariate Logistic regression results showed that there were significant differences in both groups with respect to gender, age, ASA grade, diabetes, duration of thoracic drainage, mean NRS score at rest at 48 h after surgery, number of incisions and frailty grade. The results of multivariate Logistics regression analysis showed that female (OR 2.545, 95%CI: 1.365–4.746, $P=0.003$), preoperative frailty (OR 3.272, 95%CI: 2.146–4.853, $P<0.001$), duration of thoracic drainage (OR 1.250, 95%CI: 1.079–1.449, $P=0.003$) and the mean NRS score at rest at 48 h after surgery (OR value 1.457, 95%CI: 1.081–1.963, $P=0.014$) were closely related with occurrence of CPSP in elderly patients undergoing thoracic surgery. The area under the ROC curve (AUC) of preoperative frailty in predicting CPSP was 0.705, with 95%CI: 0.634–0.776, sensitivity of 0.493, specificity of 0.843. **Conclusion** Female gender, preoperative frailty, prolonged time of thoracic drainage and elevated mean NRS score at rest at 48 h after surgery are independent risk factors for CPSP in elderly patients undergoing thoracic surgery. Routine preoperative frailty screening can predict the occurrence of CPSP to some extent.

[**Key words**] frailty; pain, postoperative; Elderly

术后慢性疼痛是一种常见的术后并发症,在截肢手术、胸科手术、腹股沟疝及乳腺手术中发生率较高^[1-2],其中胸科手术术后慢性疼痛(chronic postsurgical pain, CPSP)的发生率为5%~65%^[3-4]。CPSP影响患者术后恢复,降低了患者的生活质量^[5-6]。随着人口老龄化的增长,越来越多的老年患者接受肺部手术,发生CPSP的患者也逐渐增多,因此有必要筛选接受肺部手术的老年患者CPSP的危险因素,从而更好地行围术期管理以改善患者预后。衰弱是一种复杂的功能储备缺陷和认知障碍的老年综合征,在社区群体中处于衰弱或衰弱前期状态的老年人占10%~40%^[7]。研究表明,术前衰弱和非心脏手术老年患者CPSP的发生密切相关^[8]。本研究拟进一步探究胸科手术的老年患者CPSP与术前衰弱的关系,以期为CPSP的预防提供临床依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究为前瞻性队列研究,随机选择2023年2—8月择期行胸科手术的患者318例。纳入标准:年龄 ≥ 65 岁;性别不限;美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级II~IV级;择期行胸科手术,包括肺部和食管手术。排除标准:术前认知功能障碍,无法交流;既往

肺部手术史;术中出现严重的不良反应,术后转入ICU;临床资料严重缺失;患者拒绝签署知情同意书或失访。

本研究经徐州医科大学附属医院伦理委员会批准(伦理批号:XYFY2023-KL367-02),患者或家属均签署知情同意书。

1.2 麻醉方法 全部患者均采取全身麻醉复合肋间神经阻滞,术后予以静脉自控镇痛。患者入室后开放外周静脉,行心电图(electro cardiogram, ECG)、心率(heart rate, HR)和血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO₂)监测,超声引导下行桡动脉穿刺监测有创血压。麻醉诱导:静脉注射咪达唑仑0.04~0.10 mg/kg、舒芬太尼0.2~0.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、依托咪酯0.2~0.6 mg/kg和维库溴铵0.08~0.12 mg/kg,待患者睫毛反射消失后可视喉镜下插入双腔支气管导管,并用纤支镜定位,连接呼吸机行机械通气,维持P_{ET}CO₂ 35~45 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),手术开始前10 min行单肺通气。麻醉维持:静脉泵注丙泊酚4~6 mg \cdot kg⁻¹ \cdot h⁻¹和瑞芬太尼0.2~0.5 $\mu\text{g}\cdot$ kg⁻¹ \cdot h⁻¹,根据需要追加肌松药物。采用脑电双频指数(bispectral index, BIS)监测仪监测麻醉深度,维持BIS值40~60。采用肺保护性通气策略行机械通气。术中维持血压(blood pressure, BP)和HR波动范围在基础值的 $\pm 20\%$ 以

内,必要时给予血管活性药物。关闭胸腔时由外科医师直视下0.75%罗哌卡因 10 mL 行肋间神经阻滞。术后予以患者静脉自控镇痛,舒芬太尼 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 和托烷司琼 6 mg 用生理盐水稀释成 100 mL,负荷剂量 3 mL,输注剂量 2 mL/h,锁定时间 15 min,持续镇痛 48 h。根据胸外科手术类型分为肺楔形切除术、肺段切除术、肺叶切除术及食管癌根治术。

1.3 衰弱评估 本研究采用衰弱筛查(Fatigue, Resistance, Ambulation, Illness, Loss of weight, FRAIL)量表进行衰弱评估,术前 1 d 由一名经过培训的麻醉科医生进行。FRAIL 量表与其他衰弱评估量表相比更加省时,方便进行衰弱筛查。量表内容包括疲劳感、低抗阻力(能够爬一层楼梯)、步行能力(能够走超过 500 m)、疾病状况(过去或现在超过 5 次的疾病诊断)、体重减轻($>5\%$)。每一项记 1 分,最高 5 分, ≥ 3 分为衰弱,1 或 2 分为衰弱前期,0 分为无衰弱。记录患者一般资料,包括年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、ASA 分级、是否饮酒、有无高血压、冠心病、糖尿病病史等;记录术中情况各指标,包括手术时间、术中出血量及输血情况等;记录术后 24 h 及 48 h 疼痛数字评分量表(numerical rating scale, NRS)评分及胸腔引流管拔除时间。

1.4 随访 术后 3 月由另一名对衰弱情况不知情的麻醉医生进行电话随访,评估患者 CPSP 的发生情况,通过询问“你现在是否还存在与手术相关的疼痛?”确定患者是否还存在疼痛,患者若回答“是”则认为仍存在疼痛^[9]。使用 NRS 计算分数,0 分为不痛,10 分为能想象最严重的疼痛。依据术后 3 个月是否发生 CPSP 将患者分为 CPSP 组和非 CPSP

组。

1.5 样本量计算 结合参考文献,初步纳入性别、年龄、ASA 分级、吸烟史、冠心病、切口个数、术后 48 h NRS 评分、手术类型、胸腔引流时间、衰弱分级 10 个变量,根据每个变量至少需要 10 个事件数的样本量计算方法,CPSP 发生率为 35%,考虑脱落率为 10%,得出样本量为 318 例。

1.6 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。偏态分布的计量资料以中位数和四分位数间距[M(QR)]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料比较采用 χ^2 检验,等级资料比较采用秩和检验。将单因素 Logistic 分析中差异有统计学意义($P < 0.05$)的指标纳入多因素 Logistics 回归分析筛选 CPSP 的危险因素,采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评价 Logistic 多变量模拟拟合。使用 GraphPad Prism 9.5 软件绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)及 CPSP 独立危险因素森林图,通过曲线分析预测价值并计算曲线下面积(area under curve, AUC)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

318 例患者中因各种原因取消手术 18 例,拒绝签署知情同意书者 8 例,随访中失访 19 例,最终纳入 273 例患者。术前衰弱 68 例,发生率为 24.9%; CPSP 患者 75 例,发生率为 27.5%。

2.1 2 组一般情况比较 2 组患者在性别、ASA 分级、糖尿病、术前衰弱、切口个数、术后 48 h 内平均静息 NRS 评分及胸腔引流时间上差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

表 1 2 组一般情况比较

Table 1 Comparison of the general conditions between the two groups

组别	例数	性别(例数)		年龄 [M(QR), 岁]	体重指数 [M(QR)]	ASA 分级(例数)		高血压(例数)		糖尿病(例数)	
		男性	女性			II	III~IV	有	无	有	无
CPSP 组	75	27	48	72(7.00)	23.34(4.60)	41	34	33	42	43	32
非 CPSP 组	198	102	96	71(6.00)	23.04(3.68)	139	59	86	112	69	129
χ^2/Z 值		5.254		1.831	1.128	5.845		0.007		11.366	
P 值		0.022		0.067	0.259	0.016		0.933		0.001	
组别	例数	胸腔引流时间		饮酒史(例数)		NLR [M(QR)]	手术类型(例数)				
		[M(QR), d]		有	无		肺楔形切除术	肺段切除术	肺叶切除术	食管癌根治术	
CPSP 组	75	3(3.00)		21	54	2.26(2.31)	23		37	10	5
非 CPSP 组	198	3(1.25)		56	143	2.38(2.06)	78		70	37	13
χ^2/Z 值		2.342		0.002		0.251	4.607				
P 值		0.019		0.963		0.802	0.203				

表 1 (续)

组别	例数	术后 48 h 均静息 NRS 评分[M(QR),分]	冠心病(例数)		吸烟史(例数)		出血量[M(QR),mL]
			有	无	有	无	
CPSP 组	75	2(2.00)	17	58	30	45	51(29.00)
非 CPSP 组	198	2(1.50)	49	149	63	135	54(25.00)
χ^2/Z 值		2.795	0.128		1.621		0.853
<i>P</i> 值		0.005	0.720		0.203		0.403

组别	例数	衰弱情况(例数)			手术时间 [M(QR),min]	切口个数(例数)		术后 48 h 平均运动 NRS 评分[M(QR),分]
		无衰弱	衰弱前期	衰弱期		<3 个	≥3 个	
CPSP 组	75	14	24	37	114(62.00)	42	33	3.5(2.00)
非 CPSP 组	198	90	77	31	124(57.00)	116	82	3.0(1.50)
χ^2/Z 值		30.151			1.735	4.668		1.888
<i>P</i> 值		<0.001			0.083	0.031		0.059

2.2 单因素 Logistic 回归分析 对分类变量进行赋值设置哑变量,其余则为连续变量,无需赋值处理。结果显示性别、年龄、ASA 分级、糖尿病、胸腔

引流时间、术后 48 h 平均静息 NRS 评分、切口个数及衰弱评分共计 8 个变量差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2、3。

表 2 单因素 Logistic 回归分析各变量赋值

Table 2 Univariate Logistic regression analysis of assignment of variables

变量	赋值	变量	赋值
性别	男性=0,女性=1	ASA 分级	Ⅱ级=0,Ⅲ~Ⅳ级=1
高血压	否=0,是=1	糖尿病	否=0,是=1
冠心病	否=0,是=1	吸烟史	否=0,是=1
饮酒史	否=0,是=1	手术类型	肺楔形手术=0,肺段手术=1,肺叶手术=2,食管手术=3

表 3 单因素 Logistic 回归分析结果

Table 3 Results of univariate Logistic regression analysis

指标	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI
性别	0.754	0.283	7.083	0.008	2.225	1.220~3.702
年龄	0.070	0.034	4.239	0.040	1.073	1.003~1.147
ASA 分级	0.678	0.263	6.640	0.010	1.971	1.176~3.302
BMI	0.312	0.260	1.441	0.230	1.367	0.821~2.276
高血压	0.023	0.273	0.007	0.933	1.023	0.599~1.748
糖尿病	0.813	0.276	8.690	0.003	2.254	1.313~3.871
冠心病	-0.115	0.321	0.128	0.720	0.891	0.475~1.673
吸烟史	0.079	0.292	0.074	0.786	1.082	0.611~1.918
饮酒史	0.051	0.299	0.029	0.864	1.053	0.586~1.890
术前中性粒细胞/淋巴细胞(NLR)	-0.007	0.039	0.028	0.866	0.993	0.920~1.073
手术类型						
肺段切除术	0.584	0.312	3.490	0.062	1.793	0.972~3.307
肺叶切除术	0.058	0.433	0.018	0.893	1.060	0.454~2.477
食管根治术	-0.060	0.558	0.011	0.915	0.942	0.315~2.815
手术时间	-0.004	0.003	2.185	0.139	0.996	0.991~1.001
术中出血量	-0.005	0.004	1.157	0.282	0.995	0.987~1.004
胸腔引流时间	0.185	0.069	7.183	0.007	1.203	1.051~1.378
术后 48 h 平均静息 NRS 评分	0.379	0.135	7.921	0.005	1.461	1.122~1.903
切口个数	0.588	0.274	4.615	0.032	1.800	1.053~3.079
衰弱评分	1.045	0.193	29.385	<0.001	2.843	1.948~4.148

2.3 多因素 Logistics 回归分析 结果显示,女性、术后 48 h 平均静息 NRS 评分升高、胸腔引流时间长及衰弱评分增加是 CPSP 的独立危险因素,见表 4、5。

2.4 术前衰弱预测 CPSP 的 ROC 曲线 术前衰弱预测 CPSP 的 AUC 面积为 0.705,95%CI:0.634~0.776,敏感度为 0.493,特异度为 0.843,约登指数为 0.336。衰弱评分预测 CPSP 的 ROC 曲线见图 1。

表 5 多因素 Logistics 回归分析结果

Table 5 Results of multivariate Logistics regression analysis

指标	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
衰弱评分	1.172	0.208	31.676	<0.001	3.227	2.146~4.853
女性	0.934	0.318	8.639	0.003	2.545	1.365~4.746
术后 48 h 平均静息 NRS 评分	0.376	0.152	6.101	0.014	1.457	1.081~1.963
胸腔引流时间	0.224	0.075	8.802	0.003	1.250	1.079~1.449

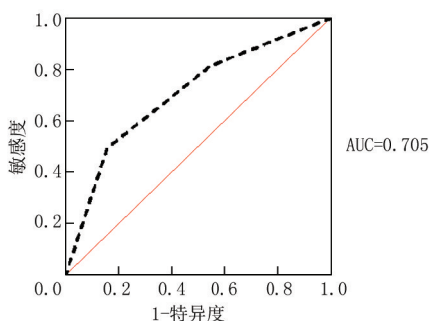


图 1 术前衰弱对 CPSP 的预测价值

Figure 1 Predictive value of preoperative frailty in CPSP

2.5 CPSP 独立危险因素森林图 术前衰弱评分每增加 1 分,发生 CPSP 的风险增加 3.227 倍,95%CI:2.146~4.853($P<0.001$);女性发生 CPSP 的风险是男性的 2.545 倍,95%CI:1.365~4.746($P=0.003$);术后 48h 平均静息 NRS 评分每增加 1 分,发生 CPSP 的风险增加 1.457 倍,95%CI:1.081~1.963($P<0.014$);胸腔引流时间每延长 1 d,发生 CPSP 的风险增加 1.250 倍,95%CI:1.079~1.449($P<0.003$),见图 2。

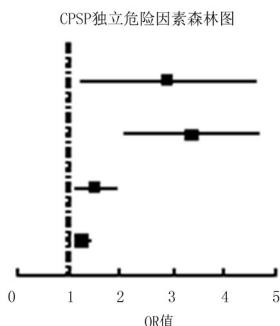


图 2 CPSP 独立危险因素森林图

Figure 2 Forest plots of independent risk factors for CPSP

表 4 多因素 Logistic 回归分析各变量赋值

Table 4 Assignment Logistic of variables for multivariate regression analysis

指标	赋值
ASA 分级	Ⅱ级=0,Ⅲ~Ⅳ级=1
糖尿病	否=0,是=1
性别	男=0,女=1
年龄	65~70岁=1,70~75岁=2,75~80岁=3
CPSP	否=0,是=1

3 讨论

本研究表明,衰弱普遍存在于接受择期胸科手术的老年人群中,表现为机体多种生理系统储备功能下降,对内、外源性刺激源的应对能力减弱^[10-11],在很大程度上增加了发生术后并发症的风险。衰弱的评估工具较多,得出的结果也有所差异。目前临床最常用的几种衰弱评估工具中,Fried 衰弱表型评估中的“低体能”维度基于西方国家老年人群提出,在我国老年人群中的有效性需进一步证实;埃德蒙顿衰弱量表则被证实预测术后结局的效果不佳^[12];老年综合评估则需要跨部门合作,相对耗时耗力。本研究使用 FRAIL 量表进行衰弱评估,测量过程不需任何工具,简单易行,能有效地减轻医务人员及患者的测量负担,也减少患者术前因调查询问而产生的心理负担,并且其准确性也在一项关于 FRAIL 量表评分与老年外科患者术后并发症关系的 Meta 分析^[13]中得到证明。既往研究表明,接受住院手术的老年患者中,有 25%~40% 的人处于衰弱状态^[14],本研究中衰弱患者共 68 例(24.91%),可能是由于 FRAIL 量表具有特异度高敏感度低的特点,降低了衰弱的发生率^[7]。

本研究结果显示,女性、术前衰弱、术后 48 h 平均静息 NRS 评分高、胸腔引流时间长是 CPSP 的独立危险因素,CPSP 发生率为 27.5%,低于 65 岁以下成年人,与既往研究一致^[15-16],潜在的发生机制可能为老年患者疼痛受体敏感性降低、年轻和老年患者雌激素受体状态之间存在差异^[17]。然而也有研究^[18]表明,在对年龄进行分层后,年龄>75 岁的老年患者发生术后慢性疼痛的风险是 75 岁以下老

年患者的 2.744 倍(95%CI:1.255~6.000),尽管本研究未发现年龄是术后慢性疼痛的独立危险因素,但这表明和年龄相关的术后慢性疼痛值得进一步探究。女性发生 CPSP 的风险高于男性,可能的解释为术后慢性疼痛相关的基因谱表达在性别上存在差异^[19],同一基因在男性和女性身上不同的表达导致了术后慢性疼痛的不同;本研究发现,衰弱患者发生术后慢性疼痛的风险是非衰弱患者的 3.227 倍,低于既往研究^[8]得出的 4.73 倍的结论,可能的原因是该研究以脊柱外科患者为主要研究对象,样本量相对较少而涉及手术类型较多,本研究在此作了优化,增加了结论的外推性。衰弱导致术后慢性疼痛的详细机制并未明确,既往研究表明,慢性疼痛的发生与感觉神经系统发生敏化有关^[20],而衰弱患者则往往出现周围神经结构、功能与生化的改变,提示了衰弱与术后慢性疼痛的相关性;也有研究从肠道菌群的角度阐述了衰弱和术后慢性疼痛的关系,研究认为肠道菌群通过脑-肠-微生物轴与大脑建立起了双向联系,而衰弱老年患者往往出现肠道优势菌群减少,多样性降低,从而诱发炎症反应,这在相关动物试验中得到验证^[21],另一方面,肠道菌群还通过中枢和外周机制参与调控多种慢性疼痛^[22],其外周机制涉及免疫细胞和背根神经节神经元上多种信号通路及离子通道,而中枢机制主要集中在肠道菌群对脑胶质细胞和炎性反应的影响,最终衰弱与术后慢性疼痛通过肠道菌群的变化建立联系,也给未来的研究提供了方向,即通过生物制剂调节肠道菌群来干预衰弱与疼痛。术后 48 h 平均静息 NRS 评分高的患者发生 CPSP 的风险较高,这一结论也在 Liu 等^[23-24]研究中得到了证实,与术后急性疼痛可导致脊髓背角神经元和其他中枢神经系统结构发生可塑性变化有关^[25];胸腔引流时间长是 CPSP 的独立危险因素,既往 Miyazaki 等^[26]证实了胸腔引流管的置入对肋间神经的有髓鞘纤维和无髓鞘纤维都有明显的伤害,可延长术后急性疼痛的时间,最终发展为术后慢性疼痛。

本研究局限性:本研究只随访了术后 3 个月的慢性疼痛情况,随访时间的延长或许可以获得更加有意义的结果;本研究为单中心观察性研究,未来需要开展更多的大样本、多中心试验来构建易于推广的临床模型,从而更好地预防术后慢性疼痛的发生。

综上所述,术前衰弱筛查在一定程度上可以预测术后慢性疼痛的发生,常规行术前衰弱筛查具有一定的临床意义。

[参考文献]

- [1] Rutegård M, Lindqvist M, Svensson J, et al. Chronic pain after open inguinal hernia repair: expertise-based randomized clinical trial of heavyweight or lightweight mesh[J]. *Br J Surg*, 2021, 108(2):138-144.
- [2] Hsu E, Cohen SP. Postamputation pain: epidemiology, mechanisms, and treatment[J]. *J Pain Res*, 2013, 6:121-136.
- [3] Clark JD. Chronic postoperative pain: preventable or inevitable? [J]. *Anesthesiology*, 2021, 135(2):215-217.
- [4] Hetmann F, Kongsgaard UE, Sandvik L, et al. Post-thoracotomy pain syndrome and sensory disturbances following thoracotomy at 6- and 12-month follow-ups[J]. *J Pain Res*, 2017, 10:663-668.
- [5] Pergolizzi JV Jr, LeQuang JA, Magnusson P, et al. Identifying risk factors for chronic postsurgical pain and preventive measures: a comprehensive update [J]. *Expert Rev Neurother*, 2023, 23(12):1297-1310.
- [6] Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention[J]. *Lancet*, 2006, 367(9522):1618-1625.
- [7] Susano MJ, Grasfield RH, Friese M, et al. Brief preoperative screening for frailty and cognitive impairment predicts delirium after spine surgery[J]. *Anesthesiology*, 2020, 133(6):1184-1191.
- [8] Esses GJ, Liu X, Lin HM, et al. Preoperative frailty and its association with postsurgical pain in an older patient cohort [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2019, 6:rapm-2018-100247
- [9] 张玉涵, 张孟秋, 余海. 心脏手术慢性术后疼痛发生及其危险因素的前瞻性队列研究[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2018, 25(8):711-714.
- [10] Davinelli S, Corbi G, Scapagnini G. Frailty syndrome: A target for functional nutrients? [J]. *Mech Ageing Dev*, 2021, 195:111441.
- [11] Hoogendijk EO, Afilalo J, Ensrud KE, et al. Frailty: implications for clinical practice and public health[J]. *Lancet*, 2019, 394(10206):1365-1375.
- [12] Nishijima TF, Esaki T, Morita M, et al. Preoperative frailty assessment with the Robinson Frailty Score, Edmonton Frail Scale, and G8 and adverse postoperative outcomes in older surgical patients with cancer[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2021, 47(4):896-901.
- [13] Gong S, Qian D, Riazi S, et al. Association between the FRAIL scale and postoperative complications in older surgical patients: A systematic review and Meta-analysis[J]. *Anesth Analg*, 2023, 136(2):251-261.
- [14] McIsaac DI, Taljaard M, Bryson GL, et al. Frailty as a predictor of death or new disability after surgery: A prospective cohort study[J]. *Ann Surg*, 2020, 271(2):283-289.
- [15] Zhao H, Wu Y, Zhang X, et al. The effect of preoperative serratus anterior muscle plane block on persistent

- postsurgical pain after video-assisted thoracic surgery: A retrospective cohort study[J]. *Clin J Pain*,2021,37(10):759-765.
- [16] Luo F, Cai XJ, Li ZY. Effects of untreated preoperative essential hypertension on post-operative pain after major abdominal surgery[J]. *Eur J Pain*,2013,17(1):94-100.
- [17] 刘清仁,戴雨晨,杨建军.术后慢性疼痛危险因素研究进展[J].*国际麻醉学与复苏杂志*,2023,44(5):533-538.
- [18] Wu XD, Zeng FF, Yu XX, et al. Development and validation of a prediction model for chronic post-surgical pain after thoracic surgery in elderly patients: A retrospective cohort study[J]. *J Pain Res*,2022,15:3079-3091.
- [19] Liu J, Wang C, Gao Y, et al. Sex-specific associations between preoperative chronic pain and moderate to severe chronic postoperative pain in patients 2 years after cardiac surgery [J]. *J Pain Res*,2022,15:4007-4015.
- [20] Bennett DL, Clark AJ, Huang J, et al. The role of voltage-gated sodium channels in pain signaling [J]. *Physiol Rev*, 2019,99(2):1079-1151.
- [21] Ratto D, Roda E, Romeo M, et al. The many ages of microbiome-gut-brain axis[J]. *Nutrients*,2022,14(14):2937-2959.
- [22] Wang EJ, Cohen SP. Chronic postoperative pain and microorganisms: The good, the bad, and the ugly[J]. *Anesth Analg*,2022,134(4):696-698.
- [23] Liu CW, Page MG, Weinrib A, et al. Predictors of one year chronic post-surgical pain trajectories following thoracic surgery[J]. *J Anesth*,2021,35(4):505-514.
- [24] Jin J, Chen Q, Min S, et al. Prevalence and predictors of chronic postsurgical pain after colorectal surgery: A prospective study[J]. *Colorectal Dis*,2021,23(7):1878-1889.
- [25] 董文芳,陆建华.术后急性疼痛与慢性疼痛关系的研究进展[J].*国际麻醉学与复苏杂志*,2015,36(1):78-81.
- [26] Miyazaki T, Sakai T, Yamasaki N, et al. Chest tube insertion is one important factor leading to intercostal nerve impairment in thoracic surgery[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*,2014,62(1):58-63.

(本文编辑:刘斯静)